



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as first class mail in an envelope addressed to Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on March 19, 2004.



Alex Martinez

Applicant : Osamu Isaji
Application No. : 10/790,993
Filed : March 1, 2004
Title : RADAR

Grp./Div. : N/A
Examiner : N/A

Docket No. : 52070/DBP/A400

**LETTER FORWARDING CERTIFIED
PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450


Post Office Box 7068
Pasadena, CA 91109-7068
March 19, 2004

Commissioner:

Enclosed is a certified copy of Japan Patent Application No. 2003-057015, which was filed on March 4, 2003, the priority of which is claimed in the above-identified application.

Respectfully submitted,

CHRISTIE, PARKER & HALE, LLP

By 
D. Bruce Prout
Reg. No. 20,958
626/795-9900

DBP/aam
Enclosure: Certified copy of patent application

AAM PAS556131.1-* -03/19/04 1:58 PM

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月 4日
Date of Application:

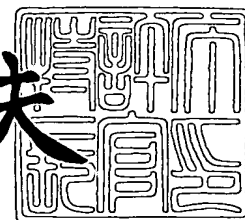
出願番号 特願2003-057015
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-057015]

出願人 富士通テン株式会社
Applicant(s):

2004年 2月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3009628

【書類名】 特許願

【整理番号】 1025119

【提出日】 平成15年 3月 4日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G01S 13/00

【発明の名称】 レーダ装置

【請求項の数】 9

【発明者】

 【住所又は居所】 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号 富士通テ
 ン株式会社内

 【氏名】 伊佐治 修

【特許出願人】

 【識別番号】 000237592

 【氏名又は名称】 富士通テン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077517

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 石田 敬

 【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

 【識別番号】 100092624

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100100871

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 土屋 繁

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814498

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーダ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信信号と受信信号とを混合する混合器と、前記混合器の出力信号を A/D 変換する A/D 変換器と、を有するレーダ装置であって、

前記 A/D 変換器の出力データから所定の除去用電圧値を減算することにより直流電圧成分を除去する除去手段と、

前記除去手段によって直流電圧成分を除去されたデータに対してフーリエ変換を施して解析を行う解析手段と、

を具備することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 2】 前記 A/D 変換器の前段にバイアス電圧印加回路を更に具備し、前記除去手段は、前記バイアス電圧印加回路で使用される直流電圧源の電圧測定値を前記除去用電圧値として使用する、請求項 1 に記載のレーダ装置。

【請求項 3】 前記電圧測定値は、前記バイアス印加回路に信号が入力されていない状態で前記直流電圧源の電圧を測定したものである、請求項 2 に記載のレーダ装置。

【請求項 4】 前記バイアス印加回路に信号が入力されていない状態を生成すべく信号を遮断するスイッチを更に具備する、請求項 3 に記載のレーダ装置。

【請求項 5】 前記除去手段は、前記 A/D 変換器の出力データに基づいて前記除去用電圧値を算出する、請求項 1 に記載のレーダ装置。

【請求項 6】 前記除去手段は、前記 A/D 変換器の出力データの平均値として前記除去用電圧値を算出する、請求項 5 に記載のレーダ装置。

【請求項 7】 前記除去手段は、前記平均値が減算されたデータに対して窓関数を掛け合わせ、該掛け合わせ後のデータに対して第二の平均値を算出し、該掛け合わせ後のデータから該第二の平均値を減算する処理を更に行う、請求項 6 に記載のレーダ装置。

【請求項 8】 前記除去手段により処理されたデータに対して、さらに、低周波数域成分を除去するデジタルフィルタ処理が実施される、請求項 1 に記載のレーダ装置。

【請求項 9】 前記デジタルフィルタ処理が、窓関数を掛け合わせた後のデータについて実施される、請求項 8 に記載のレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーダ装置に関し、特に、衝突防止、オートクルーズコントロール、自動運転等を目的として使用される車載用として好適なレーダ装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

自車両と目標物体との間の距離や自車両に対する目標物体の相対速度を計測するレーダ装置には、FM-CW (Frequency Modulated-Continuous Wave)、パルスドプラ等の各種レーダ方式が採用されている。その中でも、特に、FM-CWレーダ装置は、その回路構成が比較的小型・低廉であって移動体間の車間距離及び相対速度が同時に求まるという利点を有しているため、現在、多くの車両で採用されている。

【0 0 0 3】

一般に、かかるレーダ装置においては、例えば、下記特許文献 1 に示されるように、受信アンテナから受信されるアナログ信号がデジタル信号に変換されてからデジタル的に信号処理が実行されるため、AD変換器 (Analog-to-Digital Converter) が使用されている。

【0 0 0 4】

【特許文献 1】

特開 2001-183450 号公報

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、AD変換器には、零から正の電圧値 (例えば、0 ~ 5 V) を入力とする片電源タイプと、負から正の電圧値を入力とする両電源タイプとがある。通常、マイクロプロセッサやDSPに内蔵されているものの多くは片電源タイプである。

【0006】

レーダ装置において、片電源タイプのA/D変換器を使用して信号解析を行う場合には、信号成分に適当なバイアス（DC成分）を付加して使用する必要がある。この場合、信号解析にFFT（高速フーリエ変換）処理を用いると、低周波数域の信号成分がDCスペクトルの影響を受けて検出することができなくなったり、情報が歪まされるという問題が発生する。

【0007】

また、両電源タイプのA/D変換器を用いフィルタ等でDC成分を除去した信号に対してフーリエ変換等の信号解析を行う場合においても、窓関数等を掛けることによりDC成分が発生する場合があります、同じく低周波数域の信号成分に影響を与える。

【0008】

本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、DC成分を抑圧することにより低周波数域の信号に対する処理の精度の向上を図ったレーダ装置を提供することにある。

【0009】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために、本発明の第一の面によれば、送信信号と受信信号とを混合する混合器と、前記混合器の出力信号をA/D変換するA/D変換器と、を有するレーダ装置であって、前記A/D変換器の出力データから所定の除去用電圧値を減算することにより直流電圧成分を除去する除去手段と、前記除去手段によって直流電圧成分を除去されたデータに対してフーリエ変換を施して解析を行う解析手段と、を具備することを特徴とするレーダ装置が提供される。

【0010】

また、本発明の第二の面によれば、前記第一の面によるレーダ装置において、前記A/D変換器の前段にバイアス電圧印加回路が更に具備され、前記除去手段は、前記バイアス電圧印加回路で使用される直流電圧源の電圧測定値を前記除去用電圧値として使用する。

【0011】

また、本発明の第三の面によれば、前記第二の面によるレーダ装置において、前記電圧測定値は、前記バイアス印加回路に信号が入力されていない状態で前記直流電圧源の電圧を測定したものである。

【0012】

また、本発明の第四の面によれば、前記第三の面によるレーダ装置において、前記バイアス印加回路に信号が入力されていない状態を生成すべく信号を遮断するスイッチが更に具備される。

【0013】

また、本発明の第五の面によれば、前記第一の面によるレーダ装置において、前記除去手段は、前記AD変換器の出力データに基づいて前記除去用電圧値を算出する。

【0014】

また、本発明の第六の面によれば、前記第五の面によるレーダ装置において、前記除去手段は、前記AD変換器の出力データの平均値として前記除去用電圧値を算出する。

【0015】

また、本発明の第七の面によれば、前記第六の面によるレーダ装置において、前記除去手段は、前記平均値が減算されたデータに対して窓関数を掛け合わせ、該掛け合わせ後のデータに対して第二の平均値を算出し、該掛け合わせ後のデータから該第二の平均値を減算する処理を更に行う。

【0016】

また、本発明の第八の面によれば、前記第一の面によるレーダ装置において、前記除去手段により処理されたデータに対して、さらに、低周波数域成分を除去するデジタルフィルタ処理が実施される。

【0017】

また、本発明の第九の面によれば、前記第八の面によるレーダ装置において、前記デジタルフィルタ処理が、窓関数を掛け合わせた後のデータについて実施される。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明をFM-CWレーダ装置に適用した場合の実施形態について説明する。

【0019】

まず、FM-CWレーダによる距離及び相対速度の測定原理について、図1及び図2に基づき説明する。FM-CWレーダは、周波数変調（FM）を施しつつ連続波（CW）を送信し、その覆域内の対象（障害物）からのエコー（反射波）を受信するレーダである。

【0020】

ここで、その周波数変調（FM）を三角波（周波数 f_0 を中心として $\pm \Delta f / 2$ の範囲で変化する）を用いて制御するとすれば、送信信号の周波数と時間との関係は、図1（A）における実線のようにになる。

【0021】

そして、距離 R だけ離隔した場所に存在する対象からの反射信号の周波数と時間との関係は、その対象とレーダとの相対速度が0であるとすれば、図1（A）の破線のようにになる。したがって、送信信号と受信信号（即ち、反射信号）とが混合（ミキシング）せしめられて得られるビート信号の周波数（ビート周波数） f_r は、図1（B）のようにになる。

【0022】

ここで、変調三角波の繰り返し周波数を f_m 、光速を c とすれば、

$$f_r / (2R/c) = (\Delta f / 2) / \{ (1/f_m) / 4 \}$$

$$\therefore R = f_r c / 4 f_m \Delta f$$

の関係が成立し、ビート周波数 f_r を測定すれば、距離 R を算出することができる。

【0023】

対象とレーダとの相対速度が0でない場合には、ドプラ効果が起こるため、送受信信号は図2（A）のようにになる。したがって、送信信号の周波数が上昇していく区間のビート周波数 f_{up} 及び送信信号の周波数が下降していく区間のビート周波数 f_{down} は、図2（B）に示すようになる。

【0024】

すなわち、 f_{up} 及び f_{down} は、相対速度が0の場合のビート周波数 f_r にドプラ周波数 f_d を重畳したものとなり、

$$f_{\text{up}} = f_r - f_d$$

$$f_{\text{down}} = f_r + f_d$$

と表される。

【0025】

なお、周知のように、ターゲットが速度 v_r の相対運動をするときには、レーダが受信する反射波の周波数は、送信波の周波数 f_0 に対して、

$$f_d = 2 \cdot v_r \cdot f_0 / c$$

によって表されるドプラ周波数だけずれる。ただし、 $c = 3 \times 10^8$ [m/s]である。

【0026】

したがって、この f_{up} 及び f_{down} を別々に測定し、 f_{up} 及び f_{down} に基づいて f_r 及び f_d を算出すれば、これらよりレーダから対象までの距離とレーダに対する対象の相対速度とを求めることができる。

【0027】

図3は、本発明の一実施形態に係るFM-CWレーダ装置の構成を示すブロック図である。同図において、変調信号発生器10は、変調信号として三角波信号を発生させる装置である。そして、電圧制御型発振器 (Voltage-Controlled Oscillator) 12は、その三角波信号に基づく周波数変調 (FM) を施された送信信号を発生させる。その送信信号は、送信アンテナ14から送信波 (電波) として放射される。

【0028】

受信アンテナ16は、かかる送信波に対する反射波を受信するものであり、その受信信号は、混合器 (mixer) 18に導かれる。混合器18は、その受信信号と送信信号とを混合して前述のビート信号を生成する。生成されたビート信号は、フィルタ20、スイッチ回路22、バイアス印加回路24及びAD変換器 (Analog-to-Digital Converter) 26を介して処理器28へ導かれる。

【0029】

処理器 28 は、マイクロプロセッサ、DSP (Digital Signal Processor) 等から構成され、ビート信号に対して高速フーリエ変換 (FFT) 処理を施して解析を行い、前述した測定原理に従って対象までの距離及び対象の相対速度を算出する。

【0030】

ここで、AD変換器 26 は、前述した片電源タイプであり、零から正の電圧値 (例えば、0 ~ 5 V) を入力電圧として AD 変換を行うものである。そのため、AD変換器 26 の前段にバイアス印加回路 24 が設けられており、このバイアス印加回路 24 は、直流電圧源 30 を使用して、入力信号に所定のバイアス電圧 (例えば、2.5 V) を印加する。すなわち、バイアス印加回路 24 は、図 4 (A) に例示される入力信号電圧を、図 4 (B) に例示される出力信号電圧へと変換する。

【0031】

しかし、直流電圧源 30 は必ずしも常に一定の電圧を供給するものではなく、その電圧は変動する。したがって、後段の処理において直流バイアス電圧の印加の影響を一定に処理することは困難であり、前述したように、後段での FFT (高速フーリエ変換) 処理による周波数領域での信号解析において、低周波数域の信号成分の検出精度が DC スペクトルの影響を受けて悪化する。

【0032】

そこで、本発明の第一実施形態では、直流電圧源 30 の電圧を測定し、AD変換器 26 の出力データからその測定値を減算することにより、直流電圧成分を除去するようにしている。そのための処理器 28 による具体的な処理手順が図 5 のフローチャートに示される。

【0033】

まず、ステップ 102 では、直流電圧源 30 の電圧値を計測すべく、その電圧値が AD 変換器 26 によりデジタル値 DC0 に変換される。この DC0 は、直流電圧成分すなわち除去用電圧値として記憶される。なお、その測定精度を高めるべく、バイアス印加回路 24 に信号が入力されていない状態で電圧測定を行う

ことが好ましい。特に、本実施形態においては、バイアス印加回路 24 に信号が入力されていない状態を強制的に生成することができるように、バイアス印加回路 24 の前段に、信号を遮断するスイッチ 22 が設けられている。

【0034】

次いで、ステップ 104 では、AD変換器 26 の出力データ、すなわちビート信号としての N 個のデジタルデータ列 A_n ($n=1, 2, \dots, N$) が取り込まれる。

【0035】

そして、ステップ 106 では、

$$B_n = A_n - DC0$$

なる演算が行われ、各 A_n ($n=1, 2, \dots, N$) から直流電圧成分としての除去電圧値 $DC0$ が除去されたデータ列 B_n ($n=1, 2, \dots, N$) が算出される。

【0036】

最後のステップ 108 では、直流成分除去後のビート信号データ列 B_n ($n=1, 2, \dots, N$) に対して高速フーリエ変換 (FFT) が施され、前述した測定原理に基づく周波数解析が行われる。

【0037】

以上の第一実施形態は、直流電圧源の電圧を計測して DC 成分をキャンセルするものであった。以下では、AD変換器 26 の出力データ自身に基づいて直流電圧成分すなわち除去電圧値を算出する実施形態について説明する。すなわち、以下の実施形態は、図 3 において、AD変換器 26 を両電源タイプのものとし、スイッチ回路 22、バイアス印加回路 24 及び直流電圧源 30 を除去した装置に対しても適用され得るものである。

【0038】

図 6 は、本発明の第二実施形態に係る、処理器 28 による信号処理手順を示すフローチャートである。まず、ステップ 202 では、AD変換器 26 の出力データ、すなわちビート信号としての N 個のデジタルデータ列 A_n ($n=1, 2, \dots, N$) が取り込まれる。

【0039】

次いで、ステップ204では、

$$DC1 = (1/N) \sum A_n$$

なる演算が行われ、AD変換器26の出力データの平均値として直流電圧成分すなわち除去用電圧値DC1が算出される。

【0040】

次いで、ステップ206では、

$$B_n = A_n - DC1$$

なる演算が行われ、各 A_n ($n=1, 2, \dots, N$) から直流電圧成分としての除去用電圧値DC1が除去されたデータ列 B_n ($n=1, 2, \dots, N$) が算出される。

【0041】

最後のステップ208では、直流成分除去後のビート信号データ列 B_n ($n=1, 2, \dots, N$) に対して高速フーリエ変換 (FFT) が施され、前述した測定原理に基づく周波数解析が行われる。このように、第二実施形態では、AD変換器26の出力データ自身に基づいてDC成分がキャンセルされる。

【0042】

図7は、前述した第二実施形態を改造した第三実施形態に係る、処理器28による信号処理手順を示すフローチャートである。ステップ302、304及び306の処理内容は、前述した第二実施形態に係る図6におけるステップ202、204及び206の処理内容と同一である。

【0043】

ステップ308では、

$$B_n' = W_n \times B_n$$

なる演算が行われ、DC成分除去後のデータ列 B_n ($n=1, 2, \dots, N$) に対して所定の窓関数 W_n が掛け合わされる。すなわち、入力データ列の一部に着目してその部分だけが使用されるようにする窓操作が行われる。

【0044】

次いで、ステップ310では、窓操作後のデータ列 B_n' にX個の0点データ

が付加されて、新たなデータ列 C_m ($m=1, 2, \dots, M$) ($M=N+X$) が作成される。すなわち、ある一定個数の 0 を意識的に加えて時間軸の拡大を図る操作であるアップサンプリング（インタポレーション）が行われて、周波数分解能の向上が図られる。

【0045】

最後のステップ 312 では、データ列 C_m ($m=1, 2, \dots, M$) に対して高速フーリエ変換（FFT）が施され、前述した測定原理に基づく周波数解析が行われる。

【0046】

図 8 は、更に前述した第三実施形態を改造した第四実施形態に係る、処理器 28 による信号処理手順を示すフローチャートである。ステップ 402、404、406 及び 408 の処理内容は、前述した第三実施形態に係る図 7 におけるステップ 302、304、306 及び 308 の処理内容と同一である。

【0047】

ステップ 410 では、

$$DC2 = (1/N) \sum B_n'$$

なる演算が行われ、窓操作後のデータ列 B_n' の平均値として第二の直流電圧成分すなわち第二の除去用電圧値 $DC2$ が算出される。これは、窓関数を掛け合わせるにより新たに DC 成分が発生し得るからである。

【0048】

次いで、ステップ 412 では、

$$B_n'' = B_n' - DC2$$

なる演算が行われ、各 B_n' ($n=1, 2, \dots, N$) から第二の除去用電圧値 $DC2$ が除去されたデータ列 B_n'' ($n=1, 2, \dots, N$) が算出される。

【0049】

次いで、ステップ 414 では、データ列 B_n'' ($n=1, 2, \dots, N$) に X 個の 0 点データが付加されて、新たなデータ列 C_m ($m=1, 2, \dots, M$) ($M=N+X$) が作成される。最後のステップ 416 では、データ列 C_m ($m=1, 2, \dots, M$) に対して高速フーリエ変換（FFT）が施され、前述した測定原理に

基づく周波数解析が行われる。

【0050】

以上の処理によりDC成分が除去されたデータにおいても、未だ除去されないDC成分が残存する可能性があるため、さらに、デジタルフィルタ処理を実施してDC成分（低周波数域成分）を除去することが好ましい。また、そのデジタルフィルタ処理が、窓関数を掛け合わせた後のデータについて実施されるようにしてもよい。

【0051】

以上、本発明の実施形態について述べてきたが、もちろん本発明はこれに限定されるものではなく、様々な実施形態を採用することが可能である。

【0052】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、DC成分を抑圧することにより低周波数域の信号に対する処理の精度が向上せしめられたレーダ装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

(A) 及び (B) は、FM-CWレーダにおいて相対速度が0である場合の、送受信信号の周波数と時間との関係及びビート周波数と時間との関係をそれぞれ示す特性図である。

【図2】

(A) 及び (B) は、FM-CWレーダにおいて相対速度が0でない場合の、送受信信号の周波数と時間との関係及びビート周波数と時間との関係をそれぞれ示す特性図である。

【図3】

本発明の一実施形態に係るFM-CWレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図4】

(A) 及び (B) は、それぞれ、バイアス印加回路の入力信号電圧及び出力信号電圧を例示する波形図である。

【図 5】

本発明の第一実施形態に係る、処理器による信号処理手順を示すフローチャートである。

【図 6】

本発明の第二実施形態に係る、処理器による信号処理手順を示すフローチャートである。

【図 7】

本発明の第三実施形態に係る、処理器による信号処理手順を示すフローチャートである。

【図 8】

本発明の第四実施形態に係る、処理器による信号処理手順を示すフローチャートである。

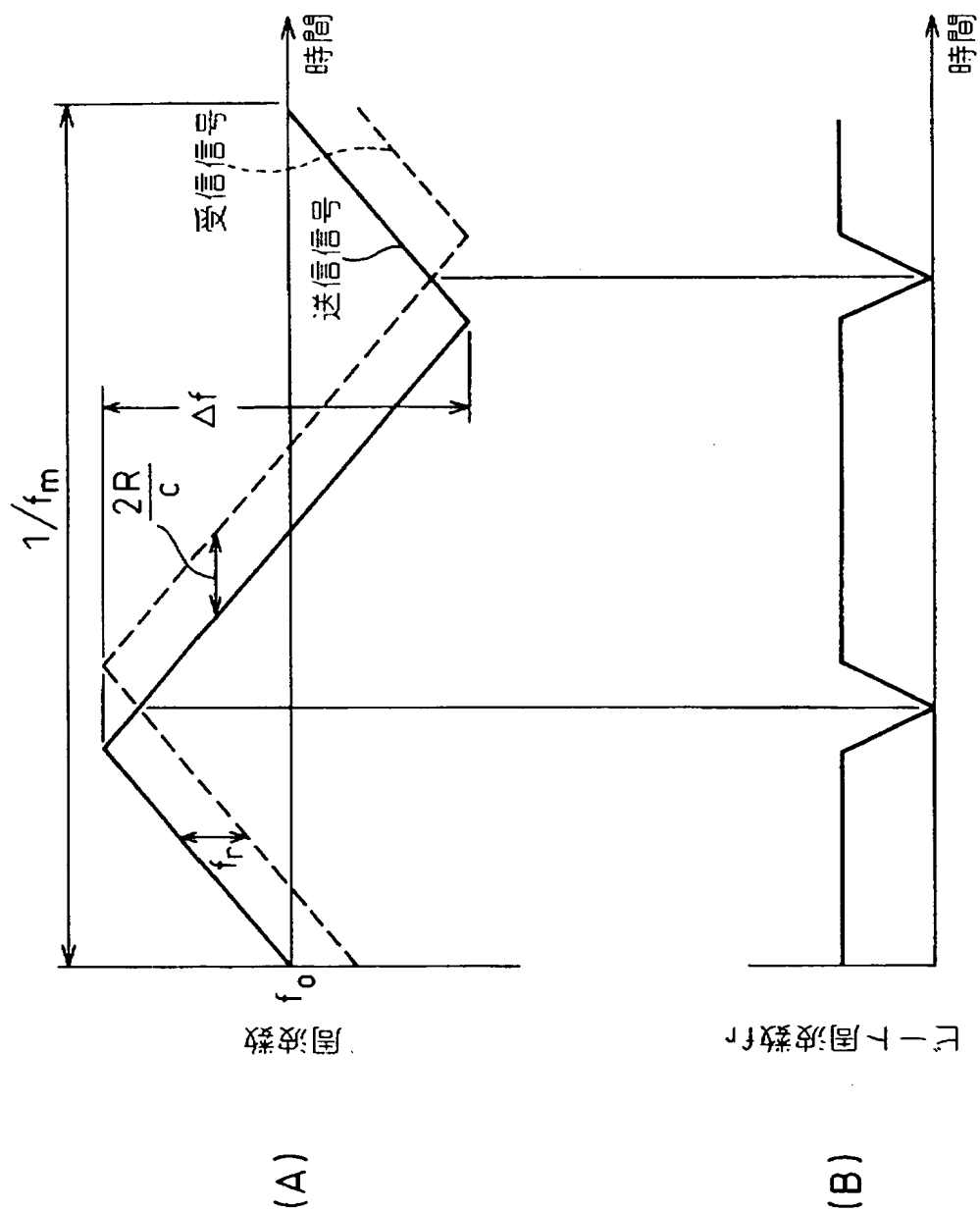
【符号の説明】

- 1 0…変調信号発生器
- 1 2…電圧制御型発振器 (Voltage-Controlled Oscillator)
- 1 4…送信アンテナ
- 1 6…受信アンテナ
- 1 8…混合器 (mixer)
- 2 0…フィルタ
- 2 2…スイッチ回路
- 2 4…バイアス印加回路
- 2 6…A/D変換器 (Analog-to-Digital Converter)
- 2 8…処理器
- 3 0…直流電圧源

【書類名】 図面

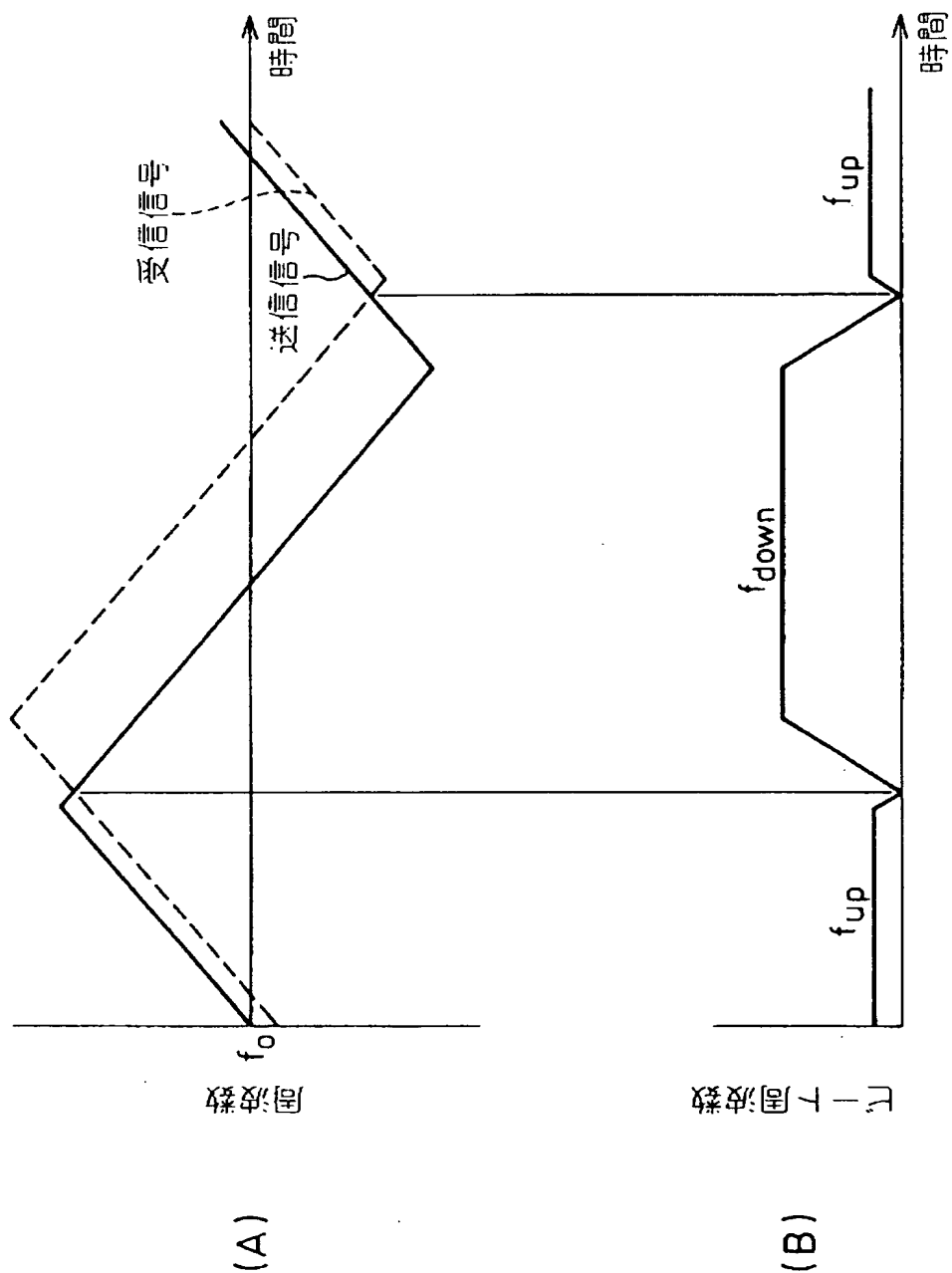
【図 1】

図 1



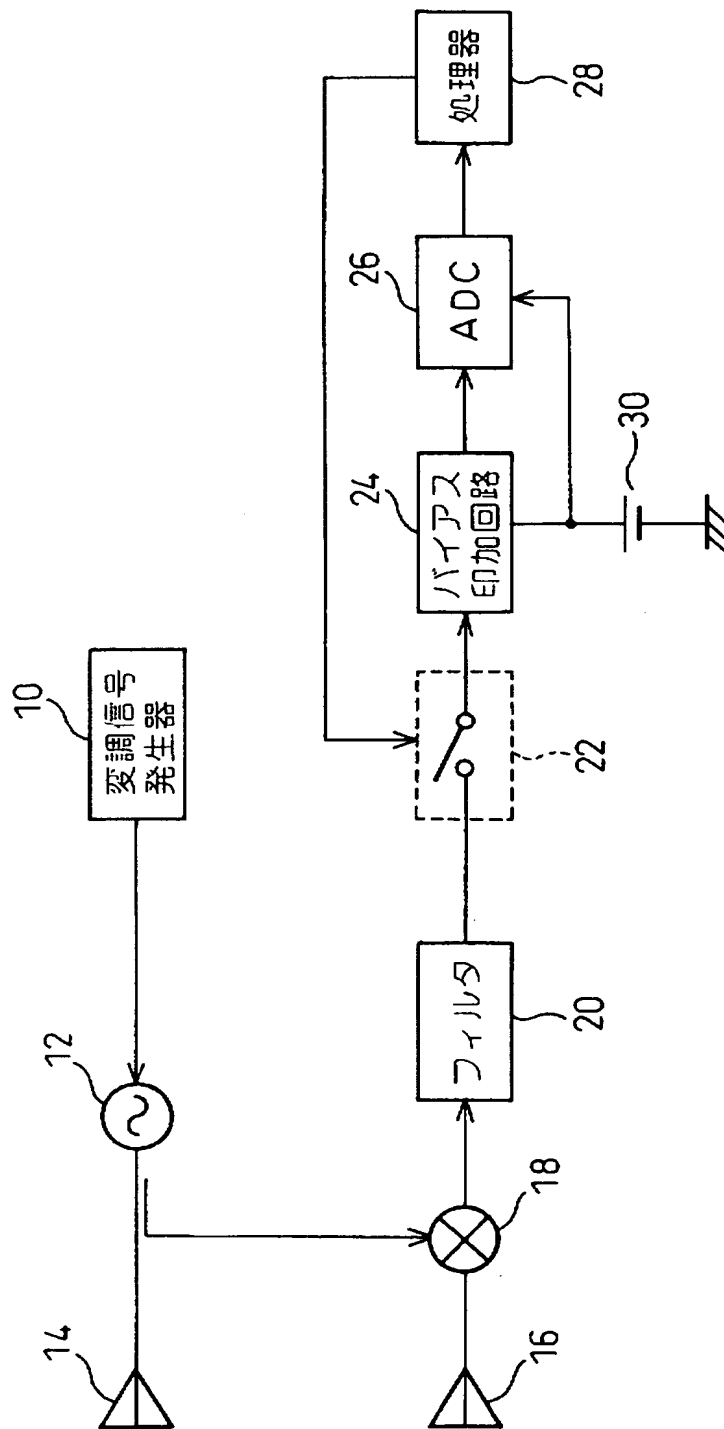
【図 2】

図 2



【図 3】

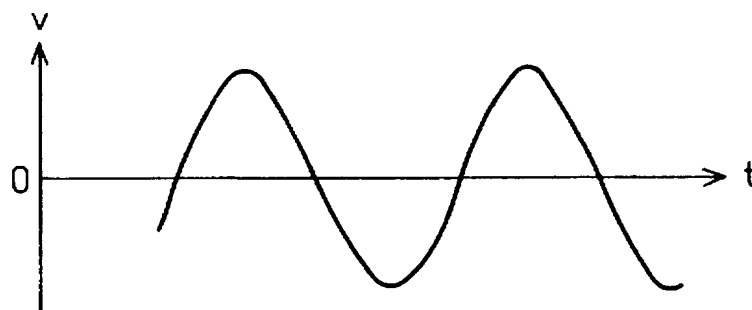
図 3



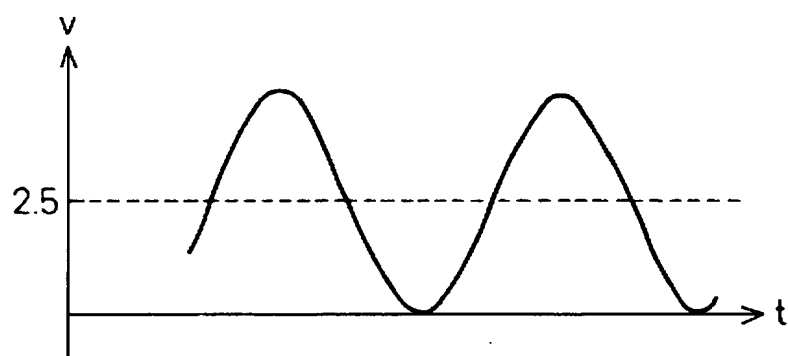
【図 4】

図 4

(A)

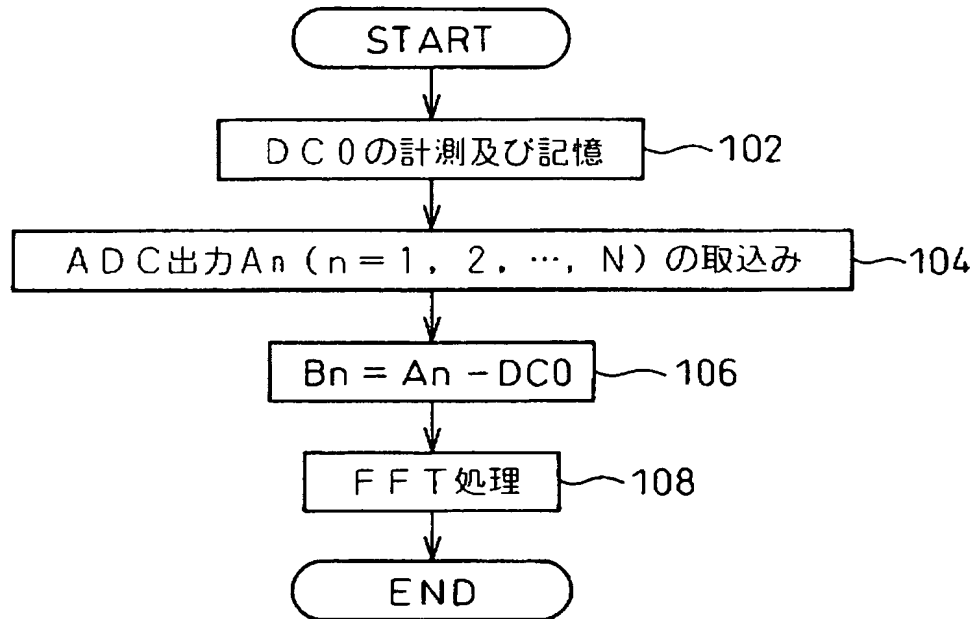


(B)



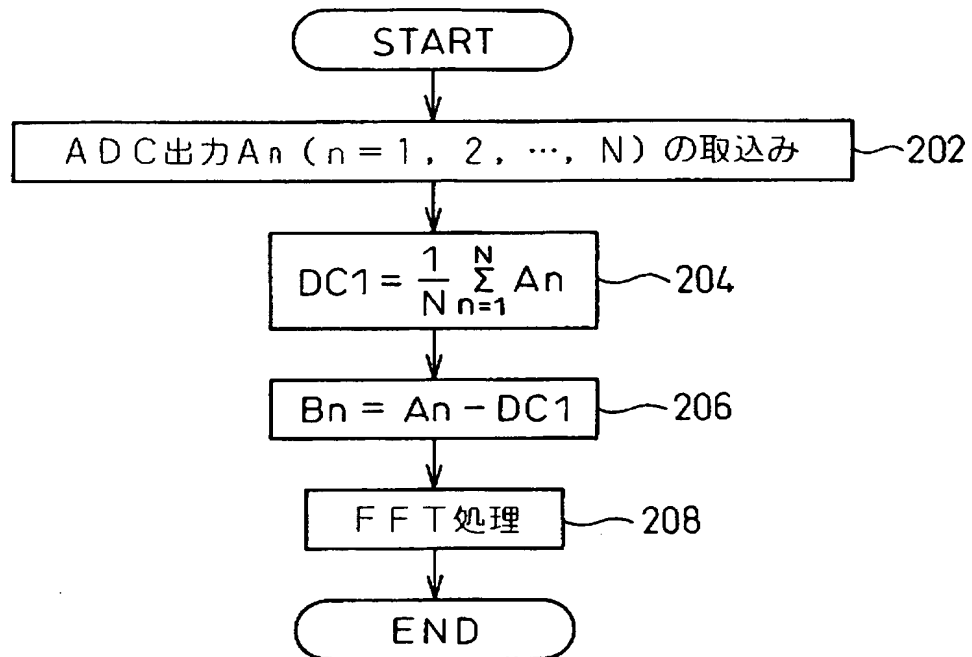
【図 5】

図 5



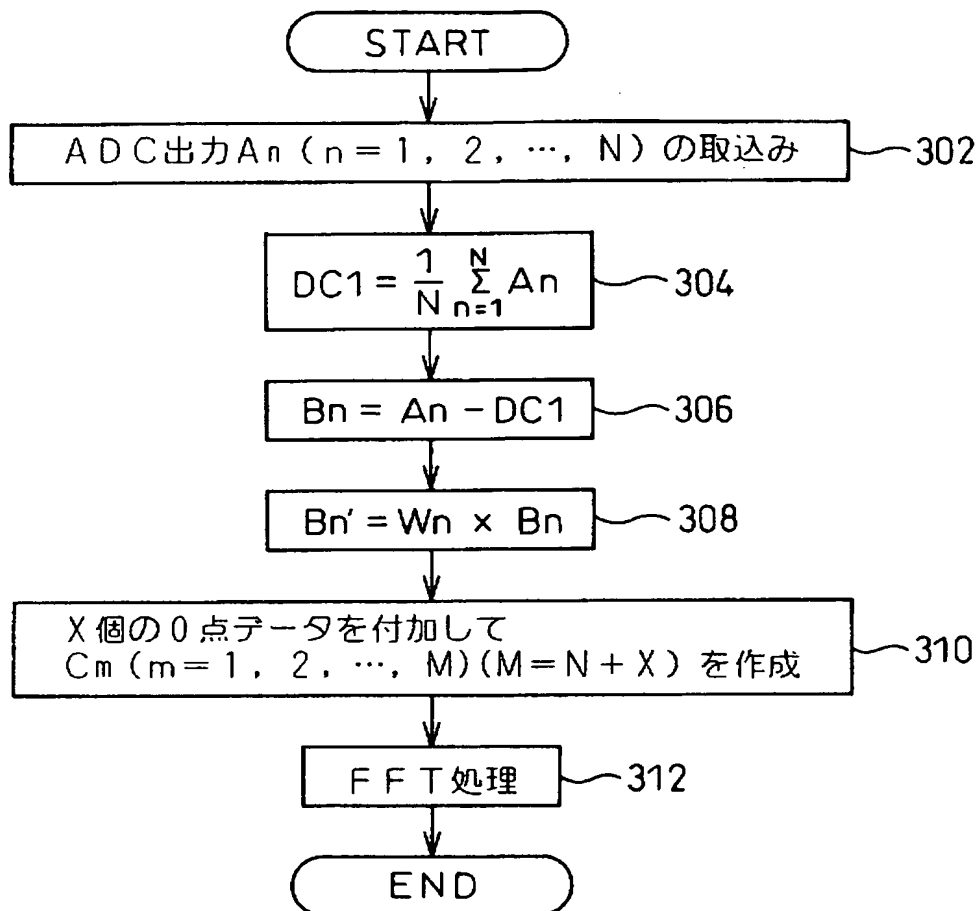
【図 6】

図 6



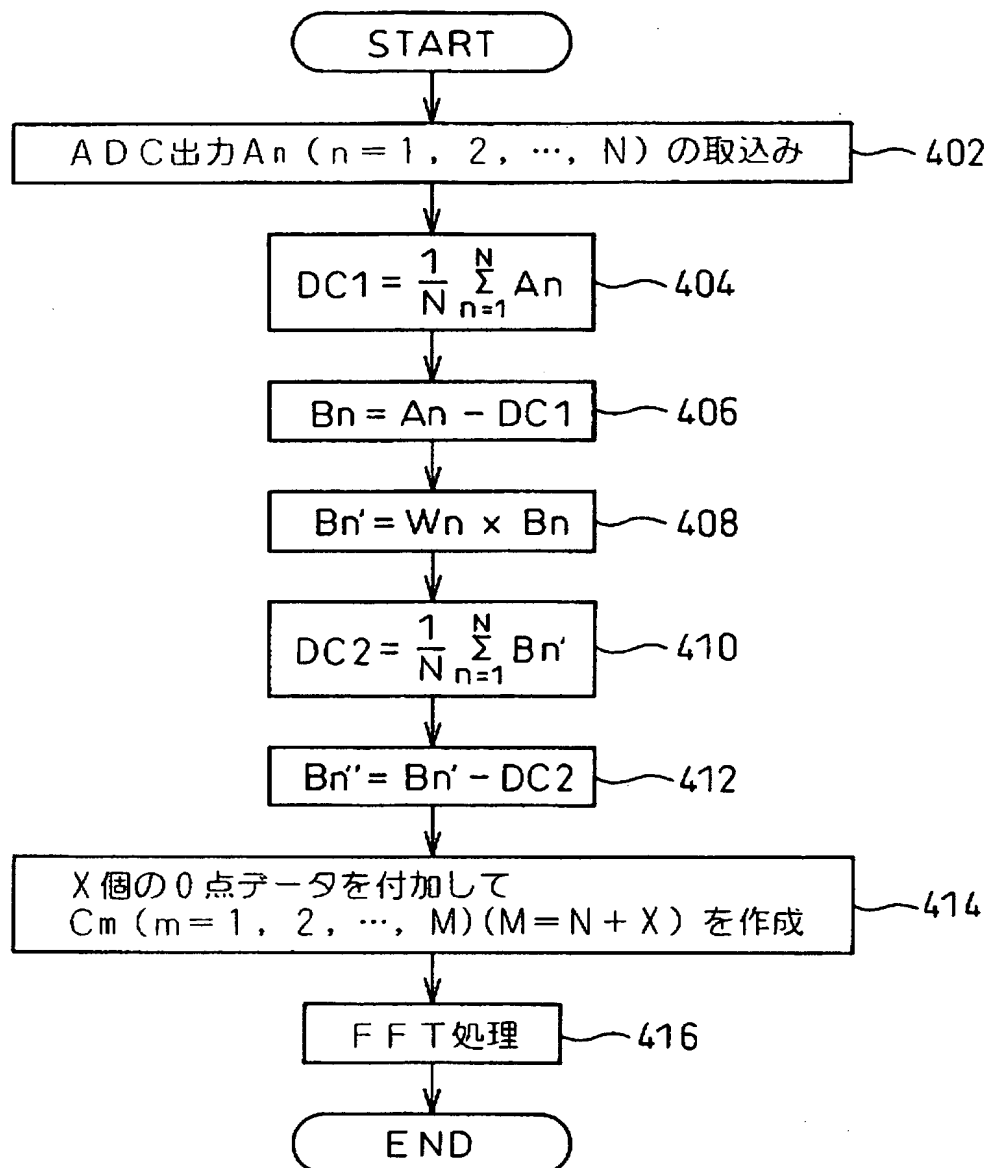
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 DC成分を抑圧することにより低周波数域の信号に対する処理の精度の向上を図ったレーダ装置を提供する。

【解決手段】 送信信号と受信信号とを混合する混合器と、前記混合器の出力信号をAD変換するAD変換器と、を有するレーダ装置が、前記AD変換器の出力データから所定の除去用電圧値を減算することにより直流電圧成分を除去する除去手段と、前記除去手段によって直流電圧成分を除去されたデータに対してフーリエ変換を施して解析を行う解析手段と、を具備する。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 0 5 7 0 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 3 7 5 9 2]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号

氏 名 富士通テン株式会社